

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)



Bescheinigung

Die Siemens Aktiengesellschaft in München/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zum Entfernen von ATM-Zellen aus einer ATM-Kommunikationseinrichtung"

am 9. März 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol H 04 L 12/56 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 6. April 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Aktenzeichen: 198 10 058.2

Brand

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

THIS PAGE BLANK (USPTO)



09.03.98

Beschreibung

Verfahren zum Entfernen von ATM-Zellen aus einer ATM-Kommunikationseinrichtung

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Entfernen von ATM-Zellen aus einer ATM-Kommunikationseinrichtung, in der ATM-Zellen jeweils zu mehreren einem gemeinsamen Rahmen zugeordnet sind.

10

Bei einem herkömmlichen Paket-Kommunikationssystem hat ein Paket eine vergleichsweise große und variable Länge. Ein System zur Übertragung von Informationen in Paketen mit festen, vorgegebenen Längen wird als ATM (Asynchronous Transfer Mode)-System bezeichnet. Mit einem solchen System lassen sich Sprach-, Video- und Datensignale auf die gleiche Weise verarbeiten und übertragen. Die einzelnen Pakete werden üblicherweise Zellen genannt. In den Zellen ist jeweils ein Zellenkopf enthalten, dessen Information eine Vermittlung bzw. Zuordnung der jeweiligen Zelle ermöglicht. In ATM-Kommunikationseinrichtungen, insbesondere Kommunikationsnetzeinrichtungen, ist eine Hochgeschwindigkeits- und Breitband-Übertragung mit einer Übertragungsrate von mehr als 150 Mb/s möglich.

25

Die ATM-Zellen haben insbesondere eine Länge von 53 Byte für ein Breitband-ISDN (Integrated Services Digital Network). Für weitere Details zu dem Aufbau von ATM-Zellen sei beispielsweise auf M. DePrycker: "Asynchronous Transfer Mode", 2nd ed., London, Horwood, 1993, verwiesen.

30

Ein Problem bei ATM-Kommunikationseinrichtungen ist die Höhe der Übertragungsrate auf einer Übertragungsstrecke der Einrichtung, wenn sich dort ein Stau von ATM-Zellen gebildet hat. Das Problem wird ausführlicher im IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol.13, No.4, Mai 1995, Seiten 633 bis 641: "Dynamics of TCP Traffic over ATM

Networks" von Allyn Romanow und Sally Floyd (im folgenden IEEE 95 genannt) beschrieben. Der Artikel befaßt sich mit ATM-Systemen, in denen ATM-Zellen jeweils zu mehreren einem gemeinsamen Rahmen zugeordnet sind. Wenn beispielsweise eine 5 Zelle eines solchen Rahmens verloren gegangen oder beschädigt worden ist, ist es unerwünscht, daß die weiteren Zellen desselben Rahmens über eine Übertragungsstrecke einer ATM-Einrichtung übertragen werden, da nicht mehr die vollständige Information des Rahmens am Ende der Übertragungsstrecke 10 ankommen würde. Das ATM-System wäre unnötigerweise belastet. Insbesondere bei einem Stau auf der Übertragungsstrecke kommt es daher darauf an, die weiteren Zellen des Rahmens möglichst schnell und effektiv zu entfernen.

15 In IEEE Network Mag., Vol.7, No.5, Seiten 26 bis 34, September 1993: "Packet Reassembly during Cell Loss" von G. Armitage und K. Adams (im folgenden IEEE 93 genannt) wird daher vorgeschlagen, ATM-Zellen eines bestimmten Rahmens, jeweils beim Eintreffen einer einzelnen ATM-Zelle am Ende 20 einer Warteschlange zu entfernen. Solche Warteschlangen dienen insbesondere der Verwaltung einer Reihenfolge von ATM-Zellen am Ende und/oder am Anfang einer Übertragungsstrecke. Gemäß dem in IEEE 93 beschriebenen Verfahren, das als Partial 25 Packet Discard (im folgenden PPD) bezeichnet wird, werden die erste und, falls vorhanden, weitere Zellen des Rahmens, die sich bereits in der Warteschlange befinden, nicht entfernt, sondern lediglich alle neu eintreffenden Zellen des Rahmens entfernt, mit Ausnahme der letzten Zelle des Rahmens. PPD hat den Nachteil, daß zumindest die erste und die letzte Zelle 30 des Rahmens weiterhin in der Warteschlange verbleiben.

Warteschlangen werden üblicherweise nach dem FIFO-Prinzip organisiert, wonach die im Vergleich zu einer anderen Zelle zuerst an der Warteschlange eingetroffene Zelle die 35 Warteschlange auch zuerst wieder verläßt. Unter Umständen werden die Zellen jedoch in zumindest zwei Prioritätsklassen

eingeteilt, wobei Zellen höherer Priorität bevorzugt behandelt werden.

Aus IEEE 95 ist ein weiteres Verfahren bekannt, gemäß dem alle Zellen eines Rahmens, von der ersten bis zur letzten Zelle, beim Eintreffen an einer Warteschlange aus der ATM-Kommunikationseinrichtung entfernt werden. Dieses Early Packet Discard (im folgenden EPD) genannte Verfahren hat den Vorteil, daß keine Restzellen eines beschädigten oder aus anderen Gründen zu entfernenden Rahmens übrigbleiben und somit der maximal mögliche Platz für andere ATM-Zellen zur Verfügung steht. EPD ist jedoch nicht auf Rahmen anwendbar, deren erste Zelle bereits der Warteschlange hinzugefügt worden ist.

15

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Entfernen von ATM-Zellen aus einer ATM-Kommunikationseinrichtung, in der ATM-Zellen jeweils zu mehreren einem gemeinsamen Rahmen zugeordnet sind, anzugeben, bei dem in möglichst kurzer Zeit und in einer möglichst großen Vielzahl von Zuständen einer Warteschlange ATM-Zellen eines bestimmten Rahmens aus der ATM-Kommunikationseinrichtung entfernt werden können.

25

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

30

Unter dem Begriff "Warteschlange" wird in dieser Beschreibung jede Verwaltungseinheit zum Verwalten einer Mehrzahl von ATM-Zellen verstanden, in der eine eindimensionale logische Verkettung der Mehrzahl von ATM-Zellen gebildet oder herstellbar ist. Insbesondere fallen hierunter Warteschlangen, die nach dem FIFO-Prinzip organisiert sind.

35

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Entfernen von ATM-Zellen werden aus einer Warteschlange zum Verwalten einer

Reihenfolge von ATM-Zellen, alle ATM-Zellen eines Rahmens entfernt, dessen erste ATM-Zelle sich in der Warteschlange befindet. Somit wird beim Entfernen der ATM-Zellen des Rahmens der größtmögliche Platz in der Warteschlange geschaffen. Darüber hinaus ist es möglich, alle ATM-Zellen des Rahmens gleichzeitig oder unmittelbar nacheinander aus der Warteschlange zu entfernen, so daß die Zellen in der kürzestmöglichen Zeit entfernt werden können. Insbesondere ist es nicht erforderlich, dabei auf das Eintreffen von ATM-Zellen an der Warteschlange zu warten. Das Verfahren kann außerdem bei einer Vielzahl von Zuständen der Warteschlange angewandt werden, nämlich immer dann, wenn die erste ATM-Zelle eines Rahmens sich in der Warteschlange befindet. Bei Weiterbildungen des Verfahrens kann die Anwendung des Verfahrens jedoch von der Erfüllung zusätzlicher Bedingungen abhängig gemacht werden.

Beispielsweise wenn die Warteschlange mittels einer Pointer-Kette realisiert wird, läßt sich das Löschen bzw. Entfernen der ATM-Zellen einfach durch Auftrennen der Pointer-Kette und durch Freigeben des entsprechenden Speicherplatzes in einem Datenspeicher realisieren. Wie bekannt ist, kann die Pointerkette mittels eines Computerprogramms oder mittels Hardware, insbesondere unter Nutzung der Information an definierten Stellen in Hardware-Datenspeicherbereichen zur Aufnahme von ATM-Zelleninformation, hergestellt und verwaltet werden.

Bei einer Weiterbildung des Verfahrens ist der Rahmen, dessen ATM-Zellen entfernt werden, der am weitesten hinten in der Warteschlange beginnende Rahmen. Bei dem Entfernen der ATM-Zellen des Rahmens wird insbesondere dessen erste ATM-Zelle festgestellt und wird diese ATM-Zelle sowie werden, falls vorhanden, alle in der Warteschlange befindlichen, nachgeordneten ATM-Zellen des Rahmens entfernt.

Vorzugsweise werden nachfolgende ATM-Zellen des Rahmens bei oder nach dem Eintreffen an der Warteschlange bis einschließlich der letzten ATM-Zelle des Rahmens entfernt. Somit wird verhindert, daß die später eintreffenden ATM-Zellen des

5 Rahmens die ATM-Kommunikationseinrichtung unnötig belasten. Das Entfernen der nachfolgenden ATM-Zellen gleicht insofern dem Entfernen von ATM-Zellen gemäß EPD, als das Entfernen der einzelnen Zellen durch ihr Eintreffen an der Warteschlange ausgelöst wird.

10 Vorzugsweise wird ein Rahmen-Anfangskennwert gespeichert, der die der ersten ATM-Zelle des Rahmens unmittelbar vorgeordnete ATM-Zelle in der Warteschlange bezeichnet, und wird vor dem Entfernen der ATM-Zelle bzw. der ATM-Zellen des Rahmens der

15 Rahmen-Anfangskennwert abgerufen. Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, daß die üblicherweise bei ATM-Systemen vorhandene Information, welche Zelle die letzte Zelle eines Rahmens ist, genutzt werden kann. Diese Information ist üblicherweise im Zellenkopf der letzten Zelle des Rahmens

20 vorhanden, nämlich in der Regel in dem sogenannten AAU-Bit in dem Zellentypfeld (payload type field) des Zellenkopfes.

25 Insbesondere wird das Vorhandensein dieser Information jeweils bei oder vor dem Hinzufügen einer neu eingetroffenen ATM-Zelle am Ende der Warteschlange geprüft. Gegebenenfalls wird dann ein Wert als der Rahmen-Anfangskennwert gespeichert, der diese ATM-Zelle bezeichnet, so daß die ATM-Zellen des zugehörigen Rahmens nicht aus der Warteschlange entfernt werden können, da zumindest in diesem Zustand der Warteschlange auf die gerade eingetroffene letzte ATM-Zelle des Rahmens keine erste ATM-Zelle eines nachgeordneten Rahmens in der Warteschlange vorhanden ist. Sobald eine solche erste ATM-Zelle eines nachgeordneten Rahmens eingetroffen ist, ist ein Entfernen von ATM-Zellen des

30 nachgeordneten Rahmens möglich.

35

Die zuvor beschriebene Maßnahme dient insbesondere dem Schutz von einzelnen, keinem Rahmen zugeordneten ATM-Zellen, insbesondere von OAM(Operation, Administration, Maintenance)-Zellen oder RM(Resource Management)-Zellen bei einer

5 Weiterbildung des Verfahrens. OAM-Zellen dienen im allgemeinen der Betriebsführung und Wartung, RM-Zellen der Flußsteuerung. Solche einzelnen Zellen sollen häufig nicht aus der ATM-Kommunikationseinrichtung entfernt werden. Vorzugsweise wird daher, wenn der ersten ATM-Zelle des

10 Rahmens, der der einzige in der Warteschlange beginnende Rahmen oder der am weitesten hinten in der Warteschlange beginnende Rahmen ist, eine solche einzelne ATM-Zelle unmittelbar vorgeordnet ist, ein Wert als der Rahmen-Anfangskennwert gespeichert, der diese einzelne ATM-Zelle

15 bezeichnet. Folglicherweise ist diese einzelne Zelle davor geschützt, entfernt zu werden, weil bei dieser Ausgestaltung des Verfahrens nur nachgeordnete Zellen in der Warteschlange entfernt werden können.

20 Wenn der ersten ATM-Zelle des Rahmens, der der am weitesten hinten in der Warteschlange beginnende Rahmen ist, eine letzte ATM-Zelle eines anderen Rahmens unmittelbar vorgeordnet ist, bezeichnet der Rahmen-Anfangskennwert vorzugsweise diese ATM-Zelle.

25 Eine weitere Möglichkeit des Schutzes von einzelnen, keinem Rahmen zugeordneten ATM-Zellen ist bei einer Weiterbildung realisiert. Bei dieser Weiterbildung wird anstelle des Anfangskennwerts ein vorgegebener Sperrwert gespeichert, wenn

30 der ersten ATM-Zelle des Rahmens, dessen ATM-Zellen für ein Entfernen aus der Warteschlange in Frage kommen, eine solche einzelne ATM-Zelle nachgeordnet ist. Vorzugsweise wird der Sperrwert beim Eintreffen der einzelnen ATM-Zelle an der Warteschlange und/oder beim Hinzufügen dieser Zelle zu der

35 Warteschlange gespeichert. Die Zelle ist somit unmittelbar nach ihrem Eintreffen bzw. Hinzufügen geschützt.

Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen weiter beschrieben. Sie ist jedoch nicht auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt. Die einzelnen Figuren der Zeichnung zeigen:

5

Fig. 1 eine Warteschlange zum Verwalten einer Reihenfolge von ATM-Zellen und

10 Fig. 2 den Vorgang des Entfernen von ATM-Zellen ausgehend von dem in Fig. 1 gezeigten Zustand einer Warteschlange.

15 Fig. 1 zeigt eine Warteschlange 1, in der ATM-Zellen 2, 3, 4, 5, 6 in einer bestimmten Reihenfolge angeordnet sind. Die ATM-Zellen sind dabei teilweise zwei verschiedenen Rahmen 8, 9 zugeordnet, wobei weitere ATM-Zellen des Rahmens 8 die Warteschlange 1 bereits in Pfeilrichtung nach rechts verlassen haben und weitere ATM-Zellen des Rahmens 9 noch nicht (von links kommend) an der Warteschlange 1 eingetroffen sind. Die erste Warteschlangenzelle 5 ist daher nicht die erste Zelle des Rahmens 8. Die letzte Rahmenzelle 3 des Rahmens 8, die in ihrem Zellenkopf eine entsprechende Rahmenendkennung trägt, befindet sich in der Warteschlange 1. Dieser letzten Rahmenzelle 3 unmittelbar nachgeordnet ist eine OAM-Zelle, die eine einzelne, keinem Rahmen zugeordnete Zelle ist. Der OAM-Zelle 4 unmittelbar nachgeordnet ist die erste Rahmenzelle 2 des Rahmens 9. Weitere ATM-Zellen des Rahmens 9 folgen. Eine dieser ATM-Zellen ist die letzte Warteschlangenzelle 6 der Warteschlange 1.

25

30 Zum Markieren bestimmter Zellen 4, 5, 6 in der Warteschlange 1 werden, insbesondere mittels eines Computerprogramms zur Verwaltung der Zellen in der Warteschlange 1, Variablen, insbesondere Pointer, vorgesehen. Die Variable `P_first_cell` bezeichnet dabei die erste Warteschlangenzelle 5 der Warteschlange 1. Ist die Warteschlange 1 leer, so ist in der Variablen ein vorgegebener Wert gespeichert, im folgenden

"invalid" genannt, der bedeutet, daß kein gültiger Eintrag vorhanden ist. In der Variablen `P_end_of_frame` ist ein Wert gespeichert, der die letzte ATM-Zelle bezeichnet, die eine letzte Rahmenzelle in der Warteschlange 1 ist. Folgt auf eine 5 solche letzte Rahmenzelle, wie beispielsweise in Fig. 1 die ATM-Zelle 3, eine einzelne, keinem Rahmen zugeordnete Zelle, im Beispiel von Fig. 1 die OAM-Zelle 4, so wird in `P_end_of_frame` der Kennwert der letzten, d.h. am weitesten hinten in der Warteschlange 1 befindlichen einzelnen Zelle 10 gespeichert. Im Beispiel von Fig. 1 ist nur eine solche Zelle vorhanden, so daß `P_end_of_frame` den Kennwert der OAM-Zelle 4 enthält.

Soll nun Platz in dem ATM-System geschaffen werden, 15 insbesondere für ATM-Zellen höherer Priorität, dann werden zunächst, wie in Fig. 2 gezeigt, alle Zellen des Rahmens 9, die sich bereits in der Warteschlange 1 befinden, aus der Warteschlange entfernt. Dazu wird vorzugsweise in der Variablen `P_last_cell` der Wert der Zelle eingetragen, der 20 bereits in der Variablen `P_end_of_frame` eingetragen ist. Im Beispiel von Fig. 2 ist dies die OAM-Zelle 4. Weiterhin wird vorzugsweise in einer Variablen `LPD_flag` der Wert TRUE eingetragen, um eine Abfrage zu ermöglichen, ob die Prozedur 25 des Entfernens von ATM-Zellen aktiviert ist. LPD ist die Abkürzung für Last
Packet Discard, was bedeutet, daß der letzte Rahmen in der Warteschlange entfernt wird.

Nachfolgende ATM-Zellen 7 des Rahmens 9 werden dann bei oder 30 nach dem Eintreffen an der Warteschlange 1 entfernt. Damit ist der im oberen Teil von Fig. 2 dargestellte Zustand erreicht. Die weiteren nachfolgenden ATM-Zellen des Rahmens 9 werden bis zum Rahmenende 10, d.h. bis zur letzten ATM-Zelle 3 des Rahmens 9 bei oder nach dem Eintreffen an der 35 Warteschlange 1 entfernt. Damit ist der im unteren Teil von Fig. 2 dargestellte Zustand der Warteschlange 1 erreicht.

Im folgenden wird nun ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand von Teilen eines Computerprogramms zum Verwalten einer Reihenfolge von ATM-Zellen in einer Warteschlange beschrieben. Solche Computerprogramme werden auch bei den 5 bekannten Verfahren Early Packet Discard (EPD) und Partial Packet Discard (PPD) verwendet. Routinen des im folgenden beschriebenen Computerprogramms unterscheiden sich jedoch teilweise wesentlich von den bekannten Computerprogrammen.

10 Es werden folgende Annahmen getroffen: ATM-Zellen treffen an einer Warteschlange ein. Einige dieser Zellen sowie Zellen, die bereits in der Warteschlange eingereiht sind, sollen entfernt werden. Die verbleibenden Zellen verlassen die Warteschlange währenddessen oder später. Die ATM-Zellen sind 15 zumindest teilweise in Rahmen organisiert, d.h. aufeinanderfolgende ATM-Zellen gehören von einer ersten Rahmenzelle bis zu einer letzten Rahmenzelle zu einem gemeinsamen Rahmen. Zwischen der ersten und der letzten Rahmenzelle befinden sich keine Rahmenzellen eines anderen Rahmens. Jedoch können zwischen der ersten Rahmenzelle und der letzten Rahmenzelle einzelne, keinem Rahmen zugeordnete 20 ATM-Zellen eingereiht sein. Das zuvor Gesagte gilt sowohl für die Reihenfolge in einer Warteschlange als auch für die Reihenfolge der Übertragung auf einer Übertragungsstrecke einer ATM-Kommunikations-einrichtung. Die letzte ATM-Zelle 25 jeweils eines Rahmens kann eindeutig identifiziert werden. Zur Verwaltung der ATM-Zellen in der Warteschlange wird eine eindeutige eindimensionale Verkettung der Zellen in der Warteschlange hergestellt. Damit ist die Reihenfolge 30 eindeutig bestimmt. Für das Auffinden bestimmter Zellen in der Warteschlange würde es jedoch zu lange dauern, wenn jedesmal am Beginn oder Ende der Warteschlange mit der Suche begonnen würde und die Zellen in der Warteschlange Zelle für Zelle geprüft werden müßten. Daher können folgende Zellen 35 durch Speichern einer Kennung in einer Variablen unmittelbar aufgefunden werden:

- die erste Zelle in der Warteschlange (Variable: `P_first_cell`)
- die letzte Zelle in der Warteschlange (Variable: `P_last_cell`)
- 5 - die letzte Zelle in der Warteschlange, die eine letzte Rahmenzelle ist oder die eine einzelne, keinem Rahmen zugeordnete Zelle ist, welche zwischen zwei Rahmen eingeordnet ist (Variable: `P_end_of_frame`)

10 Das Entfernen von ATM-Zellen nach dem Verfahren LPD wird nur ausgeführt, wenn die letzte Rahmenzelle der Warteschlange nicht die Zelle ist, deren Kennung in `P_end_of_frame` abgelegt ist und wenn in der Variablen `P_end_of_frame` ein gültiger Zellenkennwert eingetragen ist, d.h. wenn sich eine letzte

15 Rahmenzelle oder eine darauf folgende einzelne Zelle noch in der Warteschlange befindet.

In einer ATM-Kommunikationseinrichtung können mehrere Warteschlangen vorhanden sein, die jeweils nach dem im

20 folgenden beschriebenen Verfahren verwaltet werden. In diesem Fall hat jede Warteschlange eine eigene individuelle Kennung und sind Variablen zum Speichern der oben genannten Zellen für jede Warteschlange vorhanden. Der Einfachheit halber wird für die folgenden Programmteile angenommen, daß nur eine

25 Warteschlange vorhanden ist.

Zunächst werden einzelne Operationen vorgestellt, die an den Zellen ausgeführt werden können. Es wird angenommen, daß jede der Zellen eine eindeutige Kennung besitzt, die mit `P_cell`

30 bezeichnet wird. Die Operationen sind:

- `next_cell (P_cell)` gibt die Kennung der unmittelbar nachgeordneten Zelle in der Warteschlange zurück
- 35 - `end_of_frame (P_cell)` gibt den Wert TRUE zurück, wenn `P_cell` eine letzte Rahmenzelle

bezeichnet, und gibt andernfalls den Wert FALSE zurück

- *exclude_cell (P_cell)* gibt den Wert TRUE für Zellen zurück, die nicht entfernt werden sollen, beispielsweise OAM-Zellen
- *discard_cell (P_cell)* entfernt die Zellen mit der Kennung P_cell
- *decide_cell (P_cell)* stellt anhand von hier nicht näher erläuterten Kriterien fest, ob an der Zelle mit Kennung P_cell bestimmte Operationen oder Prozeduren, insbesondere *discard_cell* oder *append_cell* (s.u.) ausgeführt werden sollen.

5

10

15

Die folgenden Prozeduren bzw. Funktionen (im folgenden Prozeduren genannt) werden näher erläutert:

- *arrive_cell (P_cell)* führt diverse Operationen an der Zelle mit der Kennung P_cell beim Eintreffen an der Warteschlange aus
- *queue_empty* gibt den Wert TRUE zurück, wenn die Warteschlange leer und gibt andernfalls den Wert FALSE zurück
- *append_cell (P_cell)* fügt die Zelle mit der Kennung P_cell am Ende der Warteschlange an und führt diverse Operationen aus
- *extract_cell* dient dem Entnehmen einer Zelle am Anfang der Warteschlange, insbesondere zur Übertragung dieser Zelle auf einer Übertragungsstrecke
- *remove_last_frame* entfernt alle Zellen des letzten Rahmens der Warteschlange aus der Warteschlange, wenn möglich

20

25

30

35

Um eine Abfrage zu ermöglichen, ob das Entfernen von Zellen aus der ATM-Kommunikationseinrichtung gemäß dem Verfahren LPD aktiv ist, ist eine Boolesche Variable LPD_flag vorgesehen.

Bei der Initialisierung des Programms, d.h. wenn die Warteschlange leer ist, werden die drei Zellkennungs-Variablen `P_first_cell`, `P_last_cell` und `P_end_of_frame` auf den Wert `invalid` gesetzt und wird die Variable `LPD_flag` auf 5 den Wert `FALSE` gesetzt.

An der Warteschlange können Zellen ankommen, die nicht gewöhnliche Datenzellen sind und nicht zu einem Rahmen gehören. Diese einzelnen Zellen, beispielsweise OAM-Zellen 10 oder RM-Zellen, können vom Entfernen aus der ATM-Kommunikationseinrichtung ausgeschlossen oder nicht ausgeschlossen sein. Dafür stehen in dem ATM-Kommunikationssystem Kriterien zur Verfügung, die hier nicht näher erläutert werden. Wenn eine dieser Zellen, die nicht 15 entfernt werden soll, zwischen einer ersten und einer letzten Rahmenzelle eingereiht ist, dann wird das Entfernen der Zellen des Rahmens nach dem Verfahren LPD nicht ausgeführt.

Prozedur `arrive_cell` arbeitet in dem Programmbeispiel nach 20 folgendem Algorithmus:

```
IF exclude_cell (P_cell)
THEN append_cell (P_cell)
ELSE IF LPD_flag = TRUE
25      THEN IF end_of_frame (P_cell)
              THEN LPD_flag = FALSE
              discard_cell (P_cell)
ELSE IF PPD_flag = TRUE
      THEN IF end_of_frame (P_cell)
              THEN append_cell (P_cell)
              PPD_flag = FALSE
      ELSE discard_cell (P_cell)
      ELSE decide_cell (P_cell)
```

35 Bei der Prozedur `arrive_cell (P_cell)` wird zunächst geprüft, ob die eingetroffene Zelle in jedem Fall akzeptiert, d.h. am Ende der Warteschlange angefügt werden soll. Andernfalls wird

geprüft, ob das Entfernen von Zellen nach dem Verfahren LPD aktiviert ist. Wenn ja, dann wird die Zelle entfernt und wird, wenn die Zelle die letzte Rahmenzelle ist, das Entfernen für nachfolgende Zellen abgeschaltet. Wenn LPD 5 nicht aktiviert ist, dann wird geprüft, ob das aus dem Stand der Technik bekannte Verfahren PPD (Partial Packet Discard) aktiviert ist. PPD kann in bestimmten Fällen, wenn LPD nicht ausführbar ist, zu einer Entlastung des ATM-Systems führen. Bei PPD werden lediglich an der Warteschlange eintreffende 10 Zellen entfernt und werden keine bereits in der Warteschlange befindliche Zellen entfernt. Wenn PPD aktiviert ist, dann wird die eingetroffene Zelle entfernt, falls sie keine letzte Rahmenzelle ist. Falls sie eine letzte Rahmenzelle ist, wird die Prozedur `append_cell (P_cell)` aufgerufen und anschließend PPD deaktiviert. Wenn PPD und LPD nicht aktiviert waren, wird 15 die Prozedur `decide_cell (P_cell)` aufgerufen.

Prozedur `append_cell (P_cell)` arbeitet in dem Programmbeispiel nach folgendem Algorithmus:

20 IF cell identified by P_{cell} is to be discarded for other
 reasons
 THEN discard_cell (P_{cell})
 ELSE IF queue_empty
 THEN $P_{first_cell} = P_{cell}$
 $P_{last_cell} = P_{cell}$
 ELSE IF exclude_cell (P_{cell})
 THEN IF $P_{end_of_frame} = (P_{last_cell})$
 /*both are valid implicitly*/
 THEN $P_{end_of_frame} = P_{cell}$
 ELSE $P_{end_of_frame} = invalid$
 next_cell (P_{last_cell}) = P_{cell}
 $P_{last_cell} = P_{cell}$
 IF end_of_frame (P_{cell})
 /*cell with identifier P_{cell} is the last cell of
 the frame*/
 THEN $P_{end_of_frame} = P_{cell}$

Bei der Prozedur `append_cell (P_cell)` wird zunächst geprüft, ob die Zelle mit der Kennung `P_cell` auf jeden Fall entfernt werden soll. Gegebenenfalls wird die Prozedur `discard_cell (P_cell)` aufgerufen. Andernfalls wird geprüft, ob die Warteschlange leer ist. Falls ja, wird in den Variablen `P_first_cell` und `P_last_cell` die Kennung der Zelle eingetragen. Falls die Warteschlange nicht leer war, wird geprüft, ob die Zelle in jedem Falle vor einem Entfernen geschützt werden soll, weil sie beispielsweise eine OAM-Zelle ist. Soll die Zelle in jedem Fall geschützt werden, wird in der Variablen `P_end_of_frame` entweder die Kennung der Zelle eingetragen (wenn bisher in der Variablen die Kennung einer letzten Rahmenzelle eingetragen war (oder wird der Wert `invalid` eingetragen andernfalls)). Falls die Zelle mit der Kennung `P_cell` selbst eine letzte Rahmenzelle ist, wird ihre Kennung in der Variablen `P_end_of_frame` eingetragen. Um die Zelle an der Warteschlange anzufügen, wird unabhängig von dem bisherigen Zustand der Warteschlange und unabhängig von der Art der einzufügenden Zelle eine Pointer-Verbindung zu der angefügten Zelle hergestellt und wird in der Variablen `P_last_cell` die Kennung der Zelle eingetragen.

25 Prozedur `extract_cell` wird im Programmbeispiel durch folgenden Algorithmus beschrieben:

```
IF NOT (queue_empty)
THEN IF P_first_cell = P_end_of_frame
30   THEN P_end_of_frame = invalid
       remove cell identified by P_first_cell from queue for
       further use and retrieve storage
       P_first_cell = next_cell (P_first_cell)
```

35 Gemäß Prozedur `extract_cell` wird, wenn die Warteschlange nicht leer ist, die erste Zelle der Warteschlange zur weiteren Bearbeitung, insbesondere Übertragung, aus der

Warteschlange entnommen. Hierbei wird geprüft, ob es sich bei der ersten Zelle um eine letzte Rahmenzelle bzw. um eine in der Variablen `P_end_of_frame` eingetragene einzelne Zelle handelt. In diesem Fall wird in der Variablen `P_end_of_frame` 5 der Wert `invalid` eingetragen, da sich nach der Entnahme der ersten Zelle dann keine entsprechende Zelle mehr in der Warteschlange befindet. Insbesondere befindet sich dann keine letzte Rahmenzelle mehr in der Warteschlange. Ein Entfernen von Zellen aus der Warteschlange ist dann solange nicht 10 möglich, bis wieder eine letzte Rahmenzelle und eine darauf folgende Rahmenzelle eines nachfolgenden Rahmens an die Warteschlange angefügt worden sind. Die erste Warteschlangenzelle wird entnommen und in der Variablen `P_first_cell` die Kennung der nächstfolgenden Zelle in der 15 Warteschlange eingetragen.

Die Prozedur `remove_last_frame` wird in dem Programmbeispiel durch den folgenden Algorithmus beschrieben:

```
20  IF  NOT
      (queue_empty OR
       (P_end_of_frame = invalid) OR
       (P_end_of_frame = P_last_cell))
      /*last frame can be removed*/
25  THEN P_last_cell = P_end_of_frame
    LPD_flag = TRUE
    retrieve storage starting at cell with identifier
    next_cell (P_last_cell)

30  In der Prozedur werden zunächst drei Bedingungen abgefragt:
    - ist die Warteschlange leer?
    - ist in der Variablen P_end_of_frame der Wert invalid
      eingetragen?
    - ist in der Variablen P_end_of_frame und in der Variablen
      P_last_cell dieselbe Kennung eingetragen?
35
```

Falls alle drei Fragen mit Nein beantwortet werden, werden alle Zellen des Rahmens, der der am weitesten hinten in der Warteschlange beginnende Rahmen ist, aus der Warteschlange entfernt. Dies wird auf einfache Weise dadurch erreicht, daß 5 in der Variablen P_last_cell derselbe Wert eingetragen wird, der in der Variablen P_end_of_frame eingetragen ist. Damit steht in diesen beiden Variablen entweder der Wert einer letzten Rahmenzelle oder einer einer solchen Zelle nachgeordneten einzelnen Zelle. Weiterhin wird die Boole'sche 10 Variable LPD_flag auf den Wert TRUE gesetzt, um nachfolgende ATM-Zellen des Rahmens bei ihrem Eintreffen an der Warteschlange bis einschließlich der letzten ATM-Zelle des Rahmens zu entfernen. Der von den entfernten Zellen beanspruchte Speicherplatz wird freigegeben.

15

Abschließend werden nochmals die Vorteile des Verfahrens LPD zusammengefaßt:

- Es können vollständige Rahmen entfernt werden.
- Es wird schnellstmöglich Platz in einer Warteschlange geschaffen, indem alle bereits in der Warteschlange befindlichen Zellen eines Rahmens gleichzeitig oder unmittelbar nacheinander aus der Warteschlange entfernt werden.
- Die weiteren Zellen des Rahmens werden unmittelbar bei ihrem Eintreffen an der Warteschlange bis zur letzten Rahmenzelle entfernt.
- Das Entfernen der Zellen aus der Warteschlange ist unabhängig vom Eintreffen von Zellen am Ende der Warteschlange. Um diesen Vorteil zu erhalten, werden 30 lediglich zwei zusätzliche Variablen benötigt, nämlich P_end_of_frame und LPD_flag. Je nach der Art des Verfahrens, an dessen Stelle LPD tritt, kann aber unter Umständen auch eine Variable eingespart werden. Beispielsweise ist eine Variable EPD_flag nicht erforderlich, die anzeigt, ob das Verfahren EPD (Early 35 Packet Discard) aktiviert ist.

- Insbesondere einzelne Zellen, die keinesfalls aus der ATM-Kommunikationseinrichtung entfernt werden sollen, werden wirksam vor dem Entfernen geschützt.
- In dem beschriebenen Ausführungsbeispiel kommt ein Computerprogramm zum Verwalten einer Reihenfolge von ATM-Zellen einer Warteschlange mit einem Minimum an Operationen aus, wenn ATM-Zellen aus der Warteschlange entfernt werden. Es werden lediglich in zwei Variablen, nämlich P_last_cell und LPD_flag neue Werte eingetragen und der entsprechende Speicherplatz freigegeben. Das Freigeben des Speicherplatzes kann dabei insbesondere Schritt für Schritt ausgeführt werden, wenn freie Rechenzeit zur Verfügung steht. Das System steht damit in kürzester Zeit für weitere Zelloperationen zur Verfügung.

15

Patentansprüche

1. Verfahren zum Entfernen von ATM-Zellen (2, 6) aus einer
5 ATM-Kommunikationseinrichtung, in der ATM-Zellen (2, 3, 5, 6)
jeweils zu mehreren einem gemeinsamen Rahmen (8, 9)
zugeordnet sind,
dadurch gekennzeichnet,
daß aus einer Warteschlange (1) zum Verwalten einer
10 Reihenfolge von ATM-Zellen (2, 3, 4, 5, 6), alle ATM-Zellen
(2...6) eines Rahmens (9) entfernt werden, dessen erste ATM-
Zelle (2) sich in der Warteschlange (1) befindet.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
15 dadurch gekennzeichnet,
daß der Rahmen (9) der am weitesten hinten in der
Warteschlange (1) beginnende Rahmen ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
20 dadurch gekennzeichnet,
daß nachfolgende ATM-Zellen (3, 7) des Rahmens (9) bei oder
nach dem Eintreffen an der Warteschlange (1) bis
einschließlich der letzten ATM-Zelle (3) des Rahmens (9)
entfernt werden.

25 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein Rahmen-Anfangskennwert gespeichert wird, der die der
ersten ATM-Zelle (2) des Rahmens (9) unmittelbar vorgeordnete
30 ATM-Zelle (4) in der Warteschlange (1) bezeichnet, und daß
vor dem Entfernen der ATM-Zelle (2) bzw. der ATM-Zellen (2, 6)
des Rahmens (9) der Rahmen-Anfangskennwert abgerufen wird.

35 5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,

daß, wenn der ersten ATM-Zelle des Rahmens eine letzte ATM-Zelle eines anderen Rahmens unmittelbar vorgeordnet ist, der Rahmen-Anfangskennwert diese ATM-Zelle bezeichnet.

5 6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß, wenn der ersten ATM-Zelle (2) des Rahmens (9) eine
keinem Rahmen zugeordnete, einzelne ATM-Zelle (4),
insbesondere eine OAM-Zelle oder eine RM-Zelle, unmittelbar
10 vorgeordnet ist, der Rahmen-Anfangskennwert diese ATM-Zelle
(4) bezeichnet.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 6,
dadurch gekennzeichnet,
15 daß, wenn der ersten ATM-Zelle des Rahmens eine keinem Rahmen
zugeordnete einzelne ATM-Zelle, insbesondere eine OAM-Zelle
oder eine RM-Zelle, in der Warteschlange nachgeordnet ist,
anstelle des Rahmen-Anfangskennwertes ein vorgegebener
Sperrwert gespeichert wird, so daß die ATM-Zellen des Rahmens
20 nicht aus der Warteschlange entfernt werden können.

8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Sperrwert beim Eintreffen der einzelnen ATM-Zelle an
der Warteschlange und/oder beim Hinzufügen dieser Zelle zu
der Warteschlange gespeichert wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 - 8,
dadurch gekennzeichnet,
30 daß bei oder vor dem Hinzufügen einer eingetroffenen ATM-Zelle am Ende der Warteschlange geprüft wird, ob es sich bei
der ATM-Zelle um eine letzte Zelle eines Rahmens handelt, und
daß gegebenenfalls ein Wert als der Rahmen-Anfangskennwert
gespeichert wird, der diese ATM-Zelle bezeichnet, so daß die

THIS PAGE BLANK (USPTO)

ATM-Zellen des zugehörigen Rahmens nicht aus der Warteschlange entfernt werden können.

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Entfernen von ATM-Zellen (2, 6) aus einer ATM-Kommunikationseinrichtung, in der ATM-Zellen (2, 3, 5, 6) jeweils zu mehreren einem gemeinsamen Rahmen (8, 9) zugeordnet sind, wobei aus einer Warteschlange (1) zum Verwalten einer Reihenfolge von ATM-Zellen (2, 3, 4, 5, 6) alle ATM-Zellen (2...6) eines Rahmens (9) entfernt werden, dessen erste ATM-Zelle (2) sich in der Warteschlange (1) befindet.

Das Verfahren ermöglicht insbesondere schnell und effizient Platz für Zellen höherer Priorität in der ATM-Kommunikationseinrichtung zu schaffen.

Fig. 1

Bezugszeichenliste

5	1	Warteschlange
	2	erste Rahmenzelle
	3	letzte Rahmenzelle
10	4	OAM-Zelle
	5	erste Warteschlangenzelle
15	6	letzte Warteschlangenzelle
	7	nachfolgende Zelle
	8	vorgeordneter Rahmen
20	9	letzter Rahmen
	10	Rahmenende
25		
30		

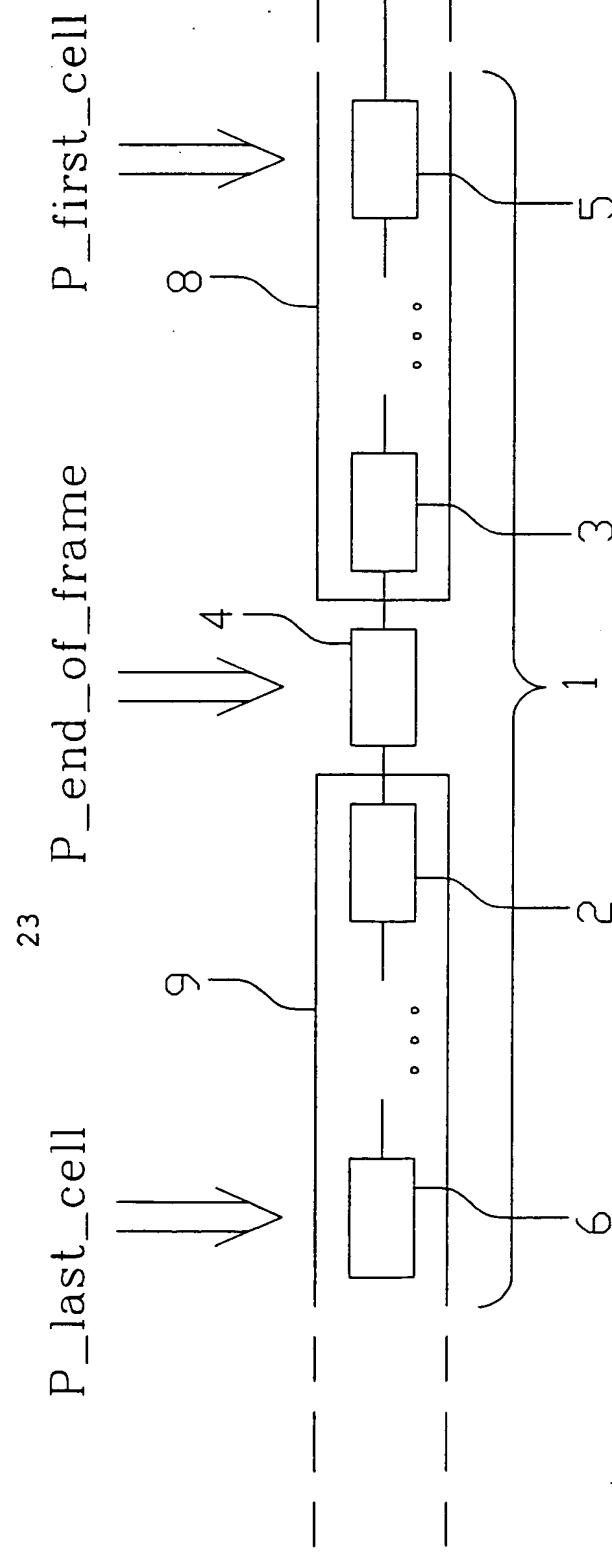


Fig. 1

P_last_cell
P_end_of_frame

P_first_cell

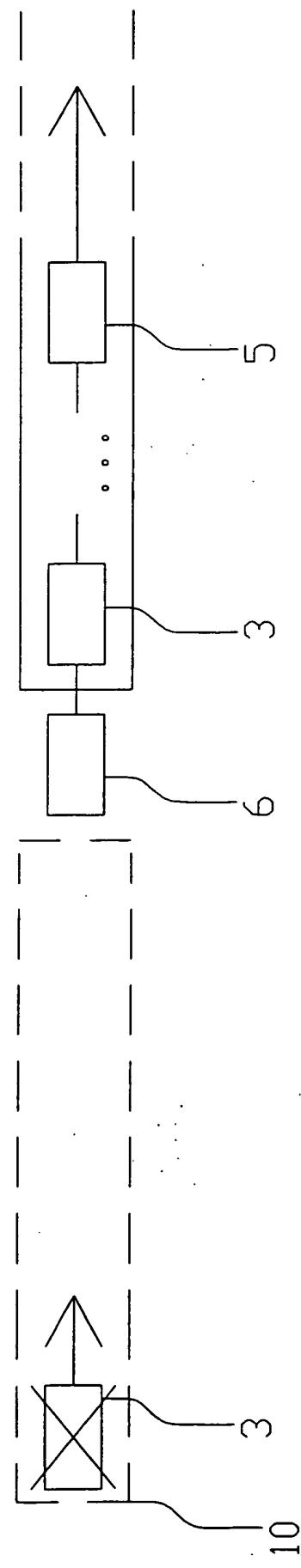
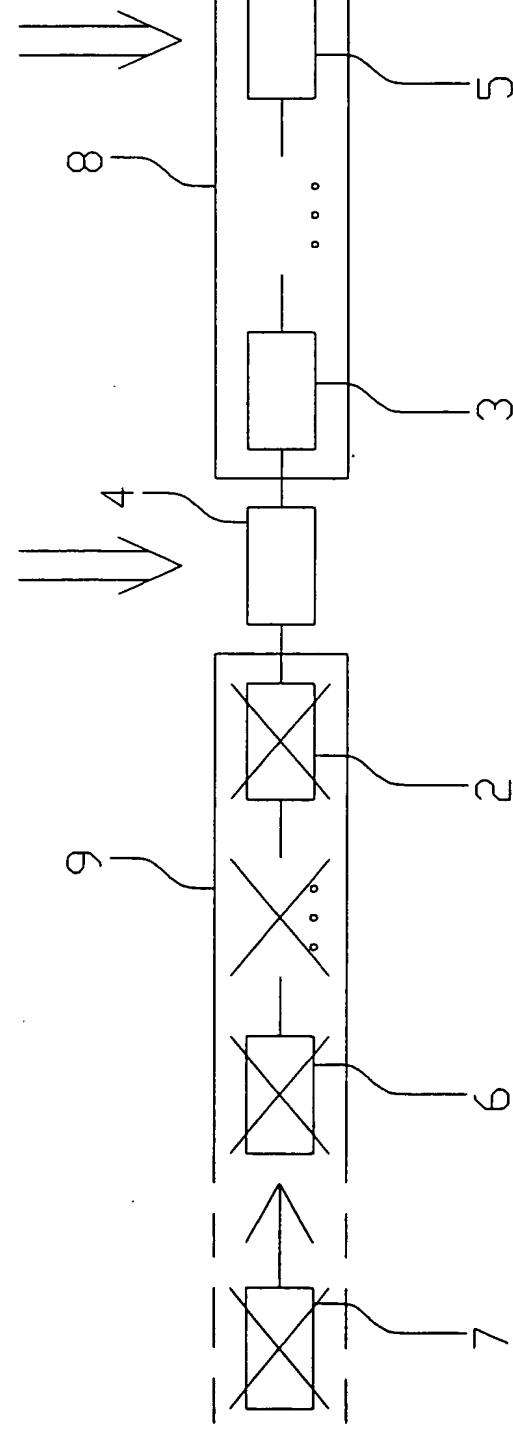


Fig. 2

THIS PAGE BLANK (USPTO)